

⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 195 27 252 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**C 02 F 1/00**  
C 02 F 1/48  
C 02 F 1/02  
C 02 F 1/52

⑳ Aktenzeichen: 195 27 252.8  
㉑ Anmeldetag: 26. 7. 95  
㉒ Offenlegungstag: 16. 1. 97

③ Innere Priorität: ③② ③③ ③①

10.07.95 DE 295109645

⑦ Anmelder:

Eckert, Georg, Dr., 82515 Wolfratshausen, DE;  
Eckert, Klaus, Dipl.-Ing., 82057 Icking, DE

⑦④ Vertreter:

Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser,  
Anwaltssozietät, 80538 München

⑦② Erfinder:

gleich Anmelder

⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

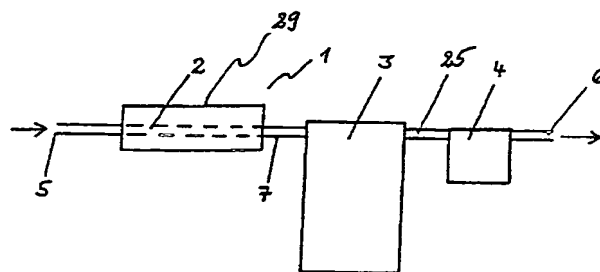
DE 39 32 565 A1  
DE 25 26 674 A1  
US 51 49 438 A  
US 47 31 186 A

EP 04 93 313 A1  
EP 03 38 697 A1

LIMPERT, G.J.C., RABER, J.L.: Tests of nonchemical  
scale control devices in a once-through system. In:  
Materials Performance 24, 1985, H.10, S.40- S.45;  
MAIER, Dietrich, ULMER, Jürgen: Untersuchungen  
zum Einfluß der Versuchsbedingungen auf die  
Wirkung physikalischer Wasserbehandlungsgeräte  
im Testfall. In: Wasser, Abwasser, 132, 1991, Nr.1,  
S.16-19;  
CHEREMISINOFF, Nicholas P., CHEREMISINOFF, Paul  
N.: Filtration Equipment for Wastewater Treatment,  
Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1993, S.35-38;  
HAHN, Hermann H.: Wassertechnologie, Springer-  
Verlag, Berlin, 1987, S.169-173;

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zum Entkalken von Wasser

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Entkalken von  
Wasser, bei welchem in dem zu entkalkenden Wasser eine  
ausreichende Anzahl von Kristallkeimen bereitgestellt wird.  
Hiernach wird das Wasser in einer Thermostrecke erwärmt  
und die in der Thermostrecke gebildeten Karbonate zur  
Zusammenballung zu Kristallaggregaten an den Kristallkei-  
men gebracht. Diese werden anschließend durch Filter oder  
andere Abscheidesysteme abgetrennt. Bevorzugt werden  
die Kristallkeime durch eine physikalische Vorbehandlung  
auf magnetischer, elektromagnetischer oder elektrophysika-  
lischer Grundlage erzeugt, falls das zu entkalkende Wasser  
keine ausreichende Anzahl von Kristallkeimen enthält. Wei-  
terer Gegenstand der Erfindung ist eine Vorrichtung zur  
Durchführung des Verfahrens.



DE 195 27 252 A 1

DE 195 27 252 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Entkalken von Wasser.

Zum Entkalken von Wasser sind wohl am meisten Ionentauscher und Impfgeräte verbreitet. Hierbei handelt es sich um die chemische Wasseraufbereitung, da beide auf dem Markt erhältlichen Gerätearten mit Salzen bzw. Chemikalien arbeiten. Bei Ionentauschern wird das zu entkalkende Wasser durch einen mit einem im Wasser nicht löslichen, aber quellbaren Kunstharz gefüllten Behälter geleitet, wobei das spezielle Kunstharz einen Elektrolyt in fester Form darstellt. Durch Ionentausch ist es hierbei möglich, die Kesselstein bildenden Salze dem Wasser zu entziehen. Bei diesem Ionentauschprozeß fließt das harte Wasser über das austauschende Material, wobei Kalzium- und Magnesiumionen gegen Natriumionen ausgetauscht werden. Wenn dieses Austauschermaterial erschöpft ist, muß es regeneriert werden. Bei dieser Regeneration wird das Austauschmaterial mit einer schwachen Kochsalzlösung durchspült und nimmt dabei wieder Natriumionen auf, so daß der Austauschvorgang wieder von vorne beginnen kann. Zum Regenerieren des Ionentauschers ist bei dem bekannten Verfahren bzw. den hierdurch benutzten Vorrichtungen zusätzlich ein zweiter, mit Salz gefüllter Behälter vorgesehen, aus welchem über einen Teilstrom das Wasser die zur Regeneration erforderlichen Salzmenngen mitnimmt. Nachteil dieser bekannten Verfahren und Vorrichtungen ist es, daß in periodischen Abständen der Salzbehälter nachgefüllt werden muß, und daß darüber hinaus eine vergleichsweise häufige Kontrolle des vorhandenen Salzvorrates erforderlich ist. Ein weiterer wesentlicher Nachteil dieser chemischen Wasseraufbereitung besteht darin, daß hierbei dem Wasser Kalzium und Magnesium entzogen wird, und dafür in erheblichem Umfang das Wasser zusätzlich mit Natrium belastet wird. Wenn solche Wässer ausschließlich für technische Zwecke, wie Fahrzeugwäsche, Großwäschereien und einige Laborzwecke, eingesetzt werden, ist dagegen nicht allzuviel einzuwenden. Jedoch bei der Verwendung als Berieselungswasser für Pflanzen entstehen wegen des erzeugten Magnesiummangels Nachteile. Vollends problematisch ist jedoch der Genuß solchen Wassers für Mensch und Tier. Die Verarmung an Kalzium und Magnesium führt, wie man heute mit Sicherheit weiß, zu einer beträchtlichen Erhöhung sowohl des Herzinfarktes als auch des Krebsrisikos. Die zusätzlich erhöhte Natriumlast kann ein solches Risiko durchaus zu bedrohlichen Dimensionen steigern ("Neue Ärztliche" vom 22.02.1988).

Vorrichtungen, bei denen eine Einrichtung zur physikalischen Wasserbehandlung auf magnetischer, elektromagnetischer oder elektrophysikalischer Grundlage enthalten ist, sind ebenfalls bekannt, und dienen dazu, Kalkablagerungen in den Wasserleitungssystemen zu verhindern, welche allgemein als Kesselstein bezeichnet werden. Bei diesen bekannten Vorrichtungen wird das Wasser durch ein magnetisches oder elektromagnetisches Feld hindurchgeleitet, welches ein Ausscheiden von feinsten Kristallen bewirkt, die sich aufgrund ihrer spezifischen Ausbildung nicht an der Rohrwandung festsetzen, sondern weitergespült werden. Die hierbei gebildeten Kristalle sind so fein, daß sie mit den heute gebräuchlichen Wasser-Schmutzfiltern, welche üblicherweise eine Durchlaßweite  $\geq 80 \mu\text{m}$  aufweisen, nicht ausfiltern lassen. Die durch das magnetische oder elektromagnetische Feld ausgeschiedenen Kalzium-

oder Magnesiumkarbonatteilchen verbleiben somit in dem Wasser; es wird jedoch erreicht, daß sich diese nicht unter Bildung von Kesselstein an den Rohrleitungen anlagern können (K.J. Kronenberg "Vorzüge der Magnetischen Wasserbehandlung", SBZ 21/89, S. 1534; D. Frahne "Was ist physikalisch nachprüfbar", SBZ 11/1991, S. 30).

Diese bekannten Vorrichtungen sind daher mit dem Nachteil behaftet, daß sich de facto die Wasserhärte selbst hierdurch nicht beeinflussen läßt, sondern der Kalk in dem Leitungswasser verbleibt und lediglich in eine Form überführt wird, die sich nicht unter Kesselsteinbildung an den Rohrleitungswandungen anlagert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein völlig neuartiges Verfahren und eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens der eingangs genannten Art zu schaffen, bei welchem die Überwachung und das Nachfüllen irgendwelcher Verbrauchsmaterialien nicht mehr erforderlich ist, und bei denen dennoch das Wasser tatsächlich entkalkt wird, indem aus dem Wasserkreislauf Kalk entfernt werden kann und somit zusätzlich die Härte des Wassers beeinflussbar wird, wobei die oben erwähnten gesundheitlichen Risiken vermieden werden.

Bei einem Verfahren der eingangs genannten Art wird diese Aufgabe im wesentlichen dadurch gelöst, daß in dem zu entkalkenden Wasser eine ausreichende Anzahl von Kristallkeimen bereitgestellt wird, daß das Wasser in einer Thermostrecke erwärmt wird und leicht lösliches Bikarbonat zu schwer löslichem Karbonat umgewandelt wird, und daß in der Thermostrecke die Karbonate zur Zusammenballung zu Kristallaggregaten an den Kristallkeimen gebracht werden, welche anschließend durch Filter oder andere Abscheidesysteme abgetrennt werden.

Praktische Versuche haben gezeigt, daß bei bestimmten Wassersorten keine zusätzlichen Maßnahmen erforderlich sind, um die für das erfindungsgemäße Verfahren ausreichende Anzahl von Kristallkeimen bereitzustellen, da diese bereits in dem Wasser enthalten sind.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung läßt sich jedoch das gewünschte Ergebnis zusätzlich normalerweise dadurch verbessern, daß die Kristallkeime dadurch bereitgestellt werden, daß das zu entkalkende Wasser zunächst durch ein magnetisches oder elektromagnetisches Feld hindurchgeleitet wird. Zu diesem Zweck lassen sich die oben beschriebenen bekannten Vorrichtungen zur physikalischen Wasserbehandlung verwenden. Die feinsten Kristalle, welche innerhalb des magnetischen oder elektromagnetischen Feldes gebildet werden, lassen sich in hervorragendem Maße als Kristallkeime nutzen, um größere filterbare Kristalle oder Kristallaggregate zu erzeugen.

Es hat sich gezeigt, daß in der Thermostrecke aufgrund der Erwärmung des Wassers und bei entsprechender Beeinflussung der Durchflußgeschwindigkeit weiteres Karbonat an den vorhandenen Kristallkeimen abscheiden läßt, so daß größere Kristalle oder Kristallaggregate erzeugt werden, die bereits mit handelsüblichen Schmutzfiltern ausgefiltert werden können. Folglich wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren gegenüber der oben beschriebenen bekannten physikalischen Wasserbehandlung der Vorteil erzielt, daß sich der ursprünglich im Wasser enthaltene Kalk tatsächlich aus dem System mittels der üblichen Filtration oder Abscheidung entfernen läßt und somit die Härte des Wassers gezielt beeinflussbar ist und Ablagerungen in den Rohrleitungen im wesentlichen vermieden werden, oh-

ne daß irgendwelche Regenerationsverfahren durchgeführt werden müssen.

Gegenüber den Ionentauschern wird durch das erfindungsgemäße Verfahren der Vorteil erreicht, daß dieses absolut wartungsfrei durchführbar ist, und keine Salze eingesetzt werden müssen. Hierdurch wird die Gesundheitsbelastung durch erhöhten Natriumgehalt im Trinkwasser vermieden, ein zusätzlicher Abfluß für den Spülvorgang ist nicht erforderlich, so daß die Umweltbelastung entsprechend geringer ist und auch keine Folgekosten entstehen. Es hat sich gezeigt, daß das Wasser nach der erfindungsgemäßen Behandlung weitaus weniger aggressiv ist, und keine Nachdosierung von chemischen Rostschutzmitteln erforderlich ist. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß bei längerem Stillstand des Wasserkreislaufes auch kein Verkeimen des Wassers auftritt, wie dies bei Ionentauschern häufig in dem das Ionentauscherharz enthaltenden Gefäß der Fall ist.

Gegenüber bekannten Impfgeräten wird ebenfalls der Vorteil der wartungsfreien Betriebsweise ohne den Einsatz von Chemikalien erzielt, so daß auch keine Probleme bei deren Dosierung auftreten können. Mangels des Einsatzes von Chemikalien sind auch keine Folgekosten zu erwarten. Ein weiterer wesentlicher Vorteil gegenüber bekannten Impfgeräten besteht darin, daß das erfindungsgemäße Verfahren auch bei Temperaturen über 60° seine volle Wirksamkeit entfaltet, während Impfgeräte Kalkablagerungen nur bei Wassertemperaturen unter 60° verhindern können. Ein weiteres, bei Impfgeräten auftretendes Problem besteht in der Verstopfung der Geräte bei länger stillstehendem Wasser, was bei der erfindungsgemäßen Verfahrensweise ebenfalls nicht auftreten kann.

Bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es besonders bevorzugt, die Verweilzeit, die Temperatur und die Strömungsbedingungen des Wassers in der Thermostrecke derart einzustellen, daß die Kristallaggregate eine Größe zwischen 5 und 500 µm, insbesondere 25 und 200 µm, und besonders bevorzugt eine Größe zwischen 80 und 110 µm erreichen. Dies hat den Vorteil, daß sich beispielsweise handelsübliche Filter zur Abscheidung der Kristallaggregate verwenden lassen.

Mit besonderem Vorteil wird das erfindungsgemäße Verfahren derart durchgeführt, daß die Strömungsgeschwindigkeit und die Rauigkeit der Leitungen in und nach der Thermostrecke derart gewählt wird, daß die gebildeten Kristallaggregate weggeschwemmt werden und sich nicht bis zum Erreichen des Filters bzw. Abscheidesystems ablageren.

Im einzelnen ist es vorteilhaft, daß das Wasser in der Thermostrecke auf eine Temperatur von mindestens 40° erwärmt wird.

Ferner ist es bevorzugt, als Thermostrecke eine beheizte Rohrschlange zu verwenden, wobei in vorteilhafter Weise die Thermostrecke mindestens eine Länge von 2 m aufweisen sollte.

Eine vorteilhafte Größe für die Strömungsbedingungen des Wassers in der Thermostrecke besteht darin, daß während der Entkalkung ein Volumenstrom von mindestens 0,01 l/sec. aufrechterhalten wird.

Im einzelnen ist es ferner von Vorteil, daß die gebildeten Kristallaggregate in einem Filter mit einer Durchlaßweite zwischen 5 und 500 µm, insbesondere 25 und 200 µm, und bevorzugt zwischen 80 und 110 µm abgetrennt werden.

Bei dem bisher oben beschriebenen Verfahren wurde als entkalktes Endprodukt Warmwasser erzeugt. Wenn

alternativ für bestimmte Anwendungsfälle kaltes entkalktes Wasser erzeugt werden soll, besteht eine vorteilhafte Weiterbildung nach der Erfindung darin, daß zur Erzeugung von entkalktem Kaltwasser die in der Thermostrecke zugeführte Wärme durch einen Wärmetauscher aus dem behandelten Wasser entfernt und im Kreislauf mittels Wärmetauscher erneut der Thermostrecke zugeführt wird.

Die Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens löst die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe darin, daß eine Quelle einer ausreichenden Anzahl von Kristallkeimen in dem zu entkalkenden Wasser vorgesehen ist, daß an die Quelle eine Thermostrecke angeschlossen ist, in welcher das Wasser erwärmt wird, und daß im Anschluß an die Thermostrecke ein Filter oder ein anderes Abscheidesystem vorgesehen ist.

Bei entsprechenden Eigenschaften des zu entkalkenden Wassers, d. h. bei einer Wasserqualität, die bereits eine ausreichende Anzahl winzigster Teilchen enthält, die als Kristallkeime für die Thermostrecke dienen können, kann als Quelle der Kristallkeime unmittelbar der Wasseranschluß herangezogen werden. In den meisten Fällen dürfte es jedoch von Vorteil sein, um u. a. den Wirkungsgrad der erfindungsgemäßen Vorrichtung zu verbessern, die Quelle der Kristallkeime als Einrichtung zur physikalischen Wasserbehandlung auf magnetischer, elektromagnetischer oder elektrophysikalischer Grundlage auszubilden.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung ist die Vorrichtung für einen Volumenstrom von mindestens etwa 0,01 l/sec. ausgebildet. Dieser Wert stellt eine vorteilhafte Untergrenze dar, wobei eine Obergrenze nicht ersichtlich ist. Die konkrete Wahl des Volumenstroms hängt von der Durchflußgeschwindigkeit, dem Rohrdurchmesser und dem auftretenden Druckabfall in der Vorrichtung selbst ab.

Im einzelnen kann die Erfindung dadurch weitergebildet werden, daß die Thermostrecke eine Länge von mindestens 2 m aufweist. Die Obergrenze wird hier ebenfalls durch wirtschaftliche Faktoren bestimmt. Die jeweils optimale Länge der Thermostrecke hängt von der Durchflußgeschwindigkeit, dem Rohrdurchmesser und der Temperatur des Wassers ab, wobei zu beachten ist, daß auf jeden Fall die Bildung größerer Kristalle oder Kristall-Aggregate an den in der Einrichtung zur physikalischen Wasserbehandlung erzeugten Kristallkeimen gewährleistet ist, wobei in technischer Hinsicht die angestrebte Entkalkung ein wesentlicher Faktor ist und wobei auch wirtschaftliche Faktoren eine Rolle spielen.

Bevorzugt ist es ferner, die Thermostrecke derart auszubilden, daß in der Thermostrecke das Wasser auf mindestens 40° erwärmbar ist. Die Obergrenze der Erwärmbarkeit des Wassers in der Thermostrecke ist hierbei selbstverständlich durch den Siedepunkt gegeben.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung weist der Filter eine Durchlaßweite zwischen 5 und 500 µm, insbesondere zwischen 25 und 200 µm auf, wobei besonders eine Durchlaßweite zwischen 80 und 110 µm bevorzugt ist.

Im einzelnen ist es von Vorteil, daß der Filter rückspülbar ausgebildet ist.

Eine besonders bevorzugte Ausführungsform nach der Erfindung kann dadurch geschaffen werden, daß der Wasser-Schmutzfilter einen Abfluß für den ausgeschiedenen Kalk aufweist, wobei dieser Abfluß entweder manuell oder automatisch betätigbar sein kann.

Das als Alternative zu dem Filter vorgeschlagene Ab-

scheidungssystem kann bevorzugt als Sinkstoff-Abscheider oder als Schwebstoff-Abscheider ausgebildet sein. Die Abscheider können ebenfalls mit einem manuell oder automatisch betätigtem Ablauf versehen sein.

Bei einer praktischen Ausbildung nach der Erfindung ist die Thermostrecke als Rohrleitung nach Art einer Rohrschlange mit einer Heizeinrichtung ausgebildet.

Die Rohrschlange kann hierbei spiralförmig, mäanderförmig oder schleifenförmig gestaltet sein.

Die Heizung kann elektrisch oder als Wärmetauscher mit verschiedenen Primärmedien erfolgen.

Bevorzugt ist es ferner, die Rohrschlange indirekt zu beheizen.

Um zu verhindern, daß sich die gebildeten Kristallaggregate in der Thermostrecke ablagern können, ist es ferner von Vorteil, daß die Rohrschlange aus Kunststoffen mit geringer chemischer Affinität und geringer Oberflächenrauigkeit besteht. Hierbei sollte die Rauigkeit der Innenwand der Rohrschlange einen Wert von 3 µm, insbesondere 1,5 µm, nicht überschreiten.

Als Materialien für die Rohrschlange werden Polyäthylen, vernetztes Polyäthylen, Polypropylen oder polymere fluorierte Kohlenwasserstoffe bevorzugt.

Wenn die Vorrichtung nach der Erfindung dazu verwendet werden soll, entkalktes Kaltwasser zu erzeugen, besteht eine vorteilhafte Weiterbildung nach der Erfindung darin, daß als Teil der Heizeinrichtung ein Wärmetauscher vorgesehen ist, welcher die in der Thermostrecke dem Wasser zugeführte Wärme im Kreislauf in die Thermostrecke zurückführt.

Unter "entkalktem Wasser" ist ein Wasser zu verstehen, dem ein gewünschter Teil des Kalks entzogen wurde.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von in den Zeichnungen skizzenhaft veranschaulichten Ausführungsformen näher erläutert.

Es zeigt:

Fig. 1 eine Prinzipskizze einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 2 eine Fig. 1 entsprechende Prinzipskizze einer zweiten Ausführungsform nach der Erfindung;

Fig. 3 eine Fig. 1 entsprechende Prinzipskizze einer dritten Ausführungsform nach der Erfindung;

Fig. 4 eine Skizze, welche prinzipiell die Vorrichtung nach der Erfindung in ihren einzelnen Bauteilen als Bestandteil einer Hauswasseranlage zeigt.

Es wird einleitend darauf hingewiesen, daß, obwohl im folgenden die Erfindung prinzipiell bzw. unter Bezug auf Einzelaggregate als Bestandteil einer Hauswasseranlage beschrieben wird, eine Ausführungsform angestrebt ist, in welcher die Vorrichtung nach der Erfindung als kompakte Einheit für die verschiedensten Anwendungszwecke gebaut ist. Als Beispiele für derartige Anwendungszwecke soll z. B. auf den Schutz einzelner Geräte hingewiesen werden, bei denen Kalk ausgesprochen nachteilige Wirkung hat, wie beispielsweise Waschmaschinen, Spülmaschinen u. dgl., welche dann mit einer ausgesprochen kompakt ausgebildeten Vorrichtung nach vorliegender Erfindung ausgestattet werden können. Ebenso ist das erfindungsgemäße Verfahren und entsprechend auch die zur Durchführung dieses Verfahrens gedachte Vorrichtung für den Einsatz in der Industrie geeignet und zwar beispielsweise zur Enthärtung von Kesselspeisewasser oder als erste Stufe zur Erzeugung von voll entsalztem Wasser.

In Fig. 1 ist die Vorrichtung 1 nach der Erfindung in ihren Hauptbestandteilen schematisch veranschaulicht.

Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß bei

der Beschreibung der verschiedenen Ausführungsformen nach der Erfindung für gleiche bzw. gleichwirkende Bestandteile gleiche Bezugszeichen verwendet wurden, so daß, wenn Einzelteile in den verschiedenen Ausführungsformen nicht nochmals näher definiert werden, auf die entsprechende Beschreibung bei den anderen Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die Zeichnung verwiesen werden kann.

Die in Fig. 1 veranschaulichte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist für den Fall gedacht, in welchem das zu entkalkende Wasser eine ausreichend große Anzahl von Kristallkeimen enthält, um das erfindungsgemäße Verfahren ohne zusätzliche Erzeugung von Kristallkeimen durchführen zu können. Insofern ist die in Fig. 1 schematisch angedeutete Quelle 29 von Kristallkeimen symbolischer Bedeutung und es kann sich hierbei unmittelbar um den Anschluß des zu behandelnden Wassers handeln, welches durch den Einlaß 5 in die Vorrichtung 1 gelangt. Im Anschluß an die Quelle 29 ist eine Thermostrecke 3 und stromabwärts hinter dieser ein Filter 4 vorgesehen. Das Wasser gelangt durch den Einlaß 5 in die Vorrichtung 1 und verläßt diese durch einen Auslaß 6, wobei der Einlaß 5 mit dem Auslaß 6 durch eine durchgehende Leitung 7 verbunden ist.

Das die ausreichende Anzahl von Kristallkeimen enthaltende Wasser von der Quelle 29 wird in der Thermostrecke erwärmt und leicht lösliches Bikarbonat wird hierbei zu schwer löslichem Karbonat umgewandelt, wobei aufgrund der Verweilzeit, der erhöhten Temperatur und der Strömungsbedingungen des Wassers in der Thermostrecke die Karbonate zur Zusammenballung zu Kristallaggregaten an den Kristallkeimen gebracht werden, welche bei Verlassen der Thermostrecke 3 eine ausreichende Größe aufweisen, um durch den Filter 4 oder ein anderes alternatives Abscheidesystem abgetrennt werden zu können. Wie gezeigt, verläßt das in der Thermostrecke 3 erwärmte Wasser die Thermostrecke über eine Warmwasserauslaßleitung 25, welche in den Filter 4 führt.

Bei der in Fig. 2 veranschaulichten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist zur Verbesserung des Wirkungsgrades und/oder zur Verwendung bei Wassersorten, bei denen nicht von einer ausreichend großen Anzahl von Kristallkeimen ausgegangen werden kann, die Quelle 29 als Einrichtung 2 zur physikalischen Wasserbehandlung auf magnetischer, elektromagnetischer oder elektrophysikalischer Grundlage ausgebildet. Die Einrichtung 2 ist über die durchgehende Leitung 7 mit der Thermostrecke 3 verbunden, welche ihrerseits durch die Warmwasserauslaßleitung 25 mit dem Filter 4 verbunden ist. Das Wasser gelangt hierbei ebenfalls durch den Einlaß 5 in die Vorrichtung 1 und verläßt diese durch den Auslaß 6, wobei der Einlaß 5 mit dem Auslaß 6 ebenfalls durch die durchgehende Leitung 7 verbunden ist.

In der Einrichtung 2 zur physikalischen Wasserbehandlung wird in bekannter Weise, beispielsweise durch ein magnetisches oder elektromagnetisches Feld, das Ausscheiden von feinstem Kalziumkarbonat oder Magnesiumkarbonat bewirkt. In der anschließenden Thermostrecke 3 wird das Wasser auf eine Temperatur von mindestens 40° erwärmt, wobei die tatsächlich optimale Temperatur von der Durchflußgeschwindigkeit, der Durchflußlänge der Thermostrecke 3, der Wasserhärte und dem Rohrdurchmesser abhängt. In der Thermostrecke 3 werden die feinsten Kristalle, die in der Einrichtung 2 gebildet wurden, als Kristallkeime benutzt

und aufgrund der erhöhten Temperatur und der herrschenden Strömungsverhältnisse unter Berücksichtigung der Verweilzeit in der Thermostrecke wird weiteres Kalziumkarbonat und/oder Magnesiumkarbonat an diesen Kristallkeimen ausgeschieden, so daß hier Teilchengrößen mit einer Schwerpunktsverteilung  $\geq 80 \mu\text{m}$  erzeugt werden.

Diese größeren Kristalle oder Kristall-Aggregate, welche ihre Eigenschaft, sich nicht an den Rohrleitungen abzuschcheiden, beibehalten, werden in dem anschließenden Filter oder Abscheidungssystem ausgeschieden und somit aus dem Wasserkreislauf entfernt.

Praktische Versuche haben ergeben, daß die Vorrichtung 1 für einen Volumenstrom von mindestens  $0,01 \text{ l/sec.}$  ausgebildet sein sollte, wobei der tatsächlich optimale Wert von der Durchflußgeschwindigkeit, dem Rohrdurchmesser und dem Druckabfall in der Anordnung abhängt.

In der Thermostrecke 3 sollte die Länge der Rohrleitung mindestens 2 m betragen, wobei die tatsächlich optimale Länge wiederum von der Durchflußgeschwindigkeit, dem Rohrdurchmesser und der Temperatur des Wassers abhängt.

Für den Filter 4 kommen Durchlaßweiten zwischen minimal  $5 \mu\text{m}$  und maximal etwa  $500 \mu\text{m}$  in Frage, was von dem gewünschten Ausscheidungsergebnis und anderen Systemgrenzen abhängt. Als optimal hat sich jedoch innerhalb dieser Grenzen eine Durchlaßweite zwischen  $80$  und  $110 \mu\text{m}$  erwiesen.

In Fig. 3 ist eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt, welche in ihrem grundsätzlichen Aufbau der Ausführungsform gemäß Fig. 2 entspricht, wobei jedoch die Ausführungsform gemäß Fig. 3 dazu dient, entkalktes Kaltwasser zu liefern. Zu diesem Zweck ist die Warmwasserauslaßleitung 25 der Thermostrecke 3 mit einem Wärmetauscher 26 verbunden, welcher durch einen Wärmetauscherkreis 27 mit der Thermostrecke 3 in Verbindung steht. Die Anordnung ist hierbei derart getroffen, daß der Wärmetauscher 26 einen Teil der Heizeinrichtung der Thermostrecke 3 bildet und die dem Wasser in der Thermostrecke 3 zugeführte Wärme im Kreislauf in die Thermostrecke zurückführt. Der Wärmetauscher 26 ist hierbei über eine Kaltwasserauslaßleitung mit dem Filter 4 verbunden. Hinsichtlich der weiteren, in Fig. 3 dargestellten Einzelheiten darf auf die oben stehende Beschreibung der Ausführungsform gemäß Fig. 2 verwiesen werden.

Im folgenden wird nunmehr auf Fig. 4 der Zeichnungen bezug genommen, in welcher die Einzelkomponenten der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 beispielhaft als Bestandteil eines Hauswassersystems dargestellt sind. Wie gezeigt, kommt das zu behandelnde Wasser von einem Kaltwasserhausanschluß 8 und gelangt zunächst durch einen Zähler 9 und von dort durch einen ersten Kaltwasserfilter 10, welcher üblicherweise eine Durchlaßweite von etwa  $100 \mu\text{m}$  aufweist.

In einer aus Wartungsgründen vorgesehenen Nebenschleife 11 ist die Einrichtung zur physikalischen Wasserbehandlung 2 angeordnet, von wo das Wasser mit den darin ausgeschiedenen feinsten Kristallen durch die Leitung 12 weitergefordert wird. An einer Abzweigung 13 gelangt das Wasser entweder zu den durch den Pfeil 14 symbolisierten Kaltwasserverbrauchern oder durch die üblichen, nicht näher erläuterten Ventile und Pumpen in die Thermostrecke 3.

Beim veranschaulichten Ausführungsbeispiel ist die Thermostrecke 3 durch als direkt beheizte Rohrschlan-

ge 15 eines Wassererwärmungsgeräts 16 gebildet.

Der Wassererwärmungsgerät 16 ist nach dem Durchlaufsystem aufgebaut und wird direkt beheizt. Zu diesem Zweck weist das Wassererwärmungsgerät 16 einen Anschluß 18 an die nicht dargestellte Wärmequelle auf, über welche das in dem Behälter 20 enthaltene Medium 19 erwärmt wird, welches seinerseits die Heizeinrichtung für die Thermostrecke 3 bildet.

Nachdem in der Thermostrecke 3 die größeren Kristalle oder Kristall-Aggregate in Abhängigkeit von den oben erwähnten Variablen gebildet wurden, gelangt das nun erwärmte Wasser mit den größeren Kristallen oder Kristall-Aggregaten über eine Leitung 21 in den Filter 4, welcher bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel eine Durchlaßweite zwischen  $80$  und  $110 \mu\text{m}$  aufweist.

Der Filter 4 ist hierbei rückspülbar ausgebildet und weist einen Kalkablaß 22 auf, welcher entweder manuell oder automatisch betätigbar sein kann.

Nach dem Filter 4 gelangt das Warmwasser zu den Warmwasserverbrauchern 23 über die Leitung 24.

Bei dem veranschaulichten Ausführungsbeispiel ist die die Thermostrecke 3 bildende Rohrschlange 15 über ein Primärmedium beheizt.

Bei alternativen Ausführungsformen nach der Erfindung kann die Rohrschlange eine elektrische Heizung aufweisen oder nach dem direkten Wärmetauscherprinzip beheizt werden oder über ein Sekundärmedium, z. B. indirekt.

Wegen der minimalen Länge von 2 m, welche für die Thermostrecke bevorzugt als notwendig angesehen wird, ist es auf jeden Fall vorteilhaft, die Thermostrecke als Rohrleitung nach Art einer Rohrschlange raumsparend auszubilden.

Bei sämtlichen Ausführungsformen nach der Erfindung ist es bevorzugt, für die Thermostrecke 3 bzw. die Rohrschlange 15 als Material Kunststoffe mit geringer chemischer Affinität und geringer Oberflächenrauigkeit zu verwenden. Die Rauigkeit der Innenwand der Rohrschlange 15 bzw. der Thermostrecke 3 sollte hierbei einen Wert von  $3 \mu\text{m}$ , insbesondere  $1,5 \mu\text{m}$ , nicht überschreiten. Als Materialien für die Rohrschlange 15 bzw. die Thermostrecke 3 kommen Polyäthylen, vernetztes Polyäthylen, Polypropylen oder polymer fluorierte Kohlenwasserstoffe in Frage, wobei dem Fachmann sicher noch andere Materialien geläufig sind, die die gewünschten Eigenschaften aufweisen.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es außer der Bereitstellung einer ausreichenden Anzahl von Kristallkeimen von Bedeutung, die Verweilzeit, die Temperatur und die Strömungsbedingungen des Wassers derart einzustellen, daß die Kristallaggregate eine ausreichende Größe erreichen können, um filtrierbar zu werden oder um leicht in alternativen Abscheidungssystemen abgetrennt werden zu können. Die in der obenstehenden Beschreibung angegebenen Werte für diese Verfahrensparameter sollen lediglich als Anhaltspunkte dienen, welche es dem Fachmann ermöglichen, jeweils die optimale Kombination von Größen festzulegen.

Zusammenfassend läßt sich die Arbeits- und Wirkungsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung dahingehend zusammenfassen, daß zunächst eine ausreichende Anzahl von Kristallkeimen bereitgestellt bzw. auf physikalischem Wege erzeugt werden, und daß anschließend der in dem Wasser enthaltene Kalk an diesen Kristallkeimen zum Abscheiden gebracht wird, ohne an den Rohrwandungen anzuhaften, und daß anschließend aufgrund der damit erreichten Teilchengröße ein Ausfiltern dieser größeren Kristalle oder Kristall-Aggregate

erfolgt.

Sämtliche aus der Beschreibung, den Ansprüchen und Zeichnungen hervorgehenden Merkmale und Vorteile der Erfindung, einschließlich konstruktiver Einzelheiten und räumlicher Anordnungen, können sowohl für sich selbst als auch in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Entkalken von Wasser, dadurch gekennzeichnet, daß in dem zu entkalkenden Wasser eine ausreichende Anzahl von Kristallkeimen bereitgestellt wird, daß das Wasser in einer Thermostrecke erwärmt und leicht lösliches Bikarbonat zur schwer löslichen Karbonat umgewandelt wird, und daß in der Thermostrecke die Karbonate zur Zusammenballung zu Kristallaggregaten an den Kristallkeimen gebracht werden, welche anschließend durch Filter oder andere Abscheidesysteme abgetrennt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kristallkeime dadurch bereitgestellt werden, daß das zu entkalkende Wasser zunächst durch ein magnetisches oder elektromagnetisches Feld hindurchgeleitet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verweilzeit, die Temperatur und die Strömungsbedingungen des Wassers in der Thermostrecke derart eingestellt werden, daß die Kristallaggregate eine Größe zwischen 5 und 500 µm, insbesondere 25 und 200 µm, und bevorzugt eine Größe zwischen 80 und 110 µm erreichen.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungsgeschwindigkeit und die Rauigkeit der Leitungen in und nach der Thermostrecke derart gewählt wird, daß die gebildeten Kristallaggregate weggeschwemmt werden und sich nicht bis zum Erreichen des Filters bzw. Abscheidesystems ablagern.
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Wasser in der Thermostrecke auf eine Temperatur von mindestens 40° erwärmt wird.
6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Thermostrecke eine beheizte Rohrschlange verwendet wird.
7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Thermostrecke von einer Länge von mindestens 2 m verwendet wird.
8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß während der Entkalkung ein Volumenstrom von mindestens 0,01 l/sec. aufrechterhalten wird.
9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die gebildeten Kristallaggregate in einem Filter mit einer Durchlaßweite zwischen 5 und 500 µm, insbesondere 25 und 200 µm, und bevorzugt zwischen 80 und 110 µm abgetrennt werden.
10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung von entkalktem Kaltwasser die in der Thermostrecke zugeführte Wärme durch einen Wärmetauscher aus dem behandelten Wasser entfernt und im Kreislauf mittels Wärmetauscher erneut der Thermostrecke zugeführt wird.

11. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Quelle (29) einer ausreichenden Anzahl von Kristallkeimen in dem zu entkalkenden Wasser vorgesehen ist, daß an die Quelle (29) eine Thermostrecke (3) angeschlossen ist, in welcher das Wasser erwärmt wird, und daß im Anschluß an die Thermostrecke (3) ein Filter (4) oder anderes Abscheidesystem vorgesehen ist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Quelle (29) als Einrichtung (2) zur physikalischen Wasserbehandlung auf magnetischer, elektromagnetischer oder elektrophysikalischer Grundlage ausgebildet ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung (1) für einen Volumenstrom von mindestens 0,01 l/sec. ausgebildet ist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Thermostrecke (3) eine Länge von mindestens 2 m aufweist.
15. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Thermostrecke (3) derart ausgebildet ist, daß das Wasser in der Thermostrecke (3) auf mindestens 40° C erwärmbar ist.
16. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Filter (4) eine Durchlaßweite zwischen 5 und 500 µm aufweist.
17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Filter (4) eine Durchlaßweite zwischen 25 und 200 µm aufweist.
18. Vorrichtung nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Filter (4) eine Durchlaßweite zwischen 80 und 110 µm aufweist.
19. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche 11 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Filter (4) rückspülbar ausgebildet ist.
20. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche 11 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Filter (4) einen Abfall (22) für den Kalk aufweist.
21. Vorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Abfall (22) manuell betätigbar ist.
22. Vorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Abfall (22) automatisch betätigbar ist.
23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 15 und 19 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß das Abscheidesystem als Sinkstoff-Abscheider oder Schwebstoff-Abscheider ausgebildet ist.
24. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche 11 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Thermostrecke (3) als Rohrschlange (15) mit einer Heizeinrichtung ausgebildet ist.
25. Vorrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohrschlange (15) spiralförmig, mäandrierend oder schleifenförmig ausgebildet ist.
26. Vorrichtung nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizeinrichtung elektrisch ist.
27. Vorrichtung nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizeinrichtung als Wärmetauscher ausgebildet ist.
28. Vorrichtung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohrschlange (15) indirekt

beheizt ist.

29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 24 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohrschlange (15) aus Kunststoffen mit geringer chemischer Affinität und geringer Oberflächenrauigkeit besteht. 5

30. Vorrichtung nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Rauigkeit der Innenwand der Rohrschlange (15) einen Wert von 3 µm, insbesondere 1,5 µm nicht überschreitet.

31. Vorrichtung nach Anspruch 29 oder 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohrschlange (15) aus Polyäthylen, vernetztem Polyäthylen, Polypropylen oder aus polymeren fluorierten Kohlenwasserstoffen besteht. 10

32. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche 11 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß als Teil der Heizeinrichtung ein Wärmetauscher (26) vorgesehen ist, welcher die in der Thermostrecke (3) dem Wasser zugeführte Wärme im Kreislauf in die Thermostrecke (3) zurückführt. 15 20

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

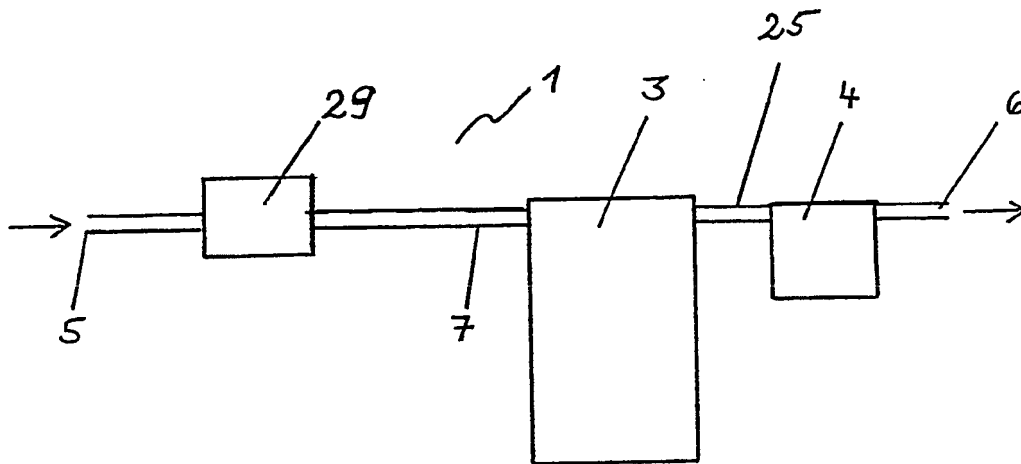


Fig. 2

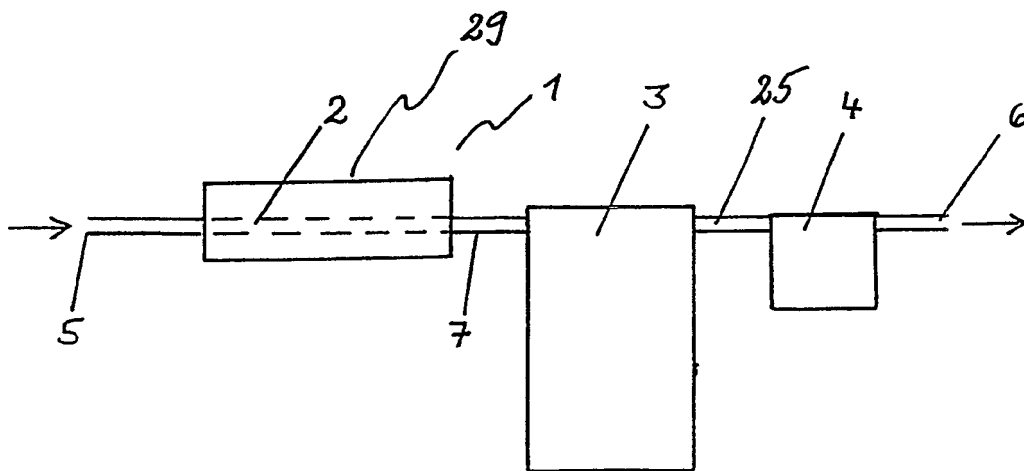




Fig. 3

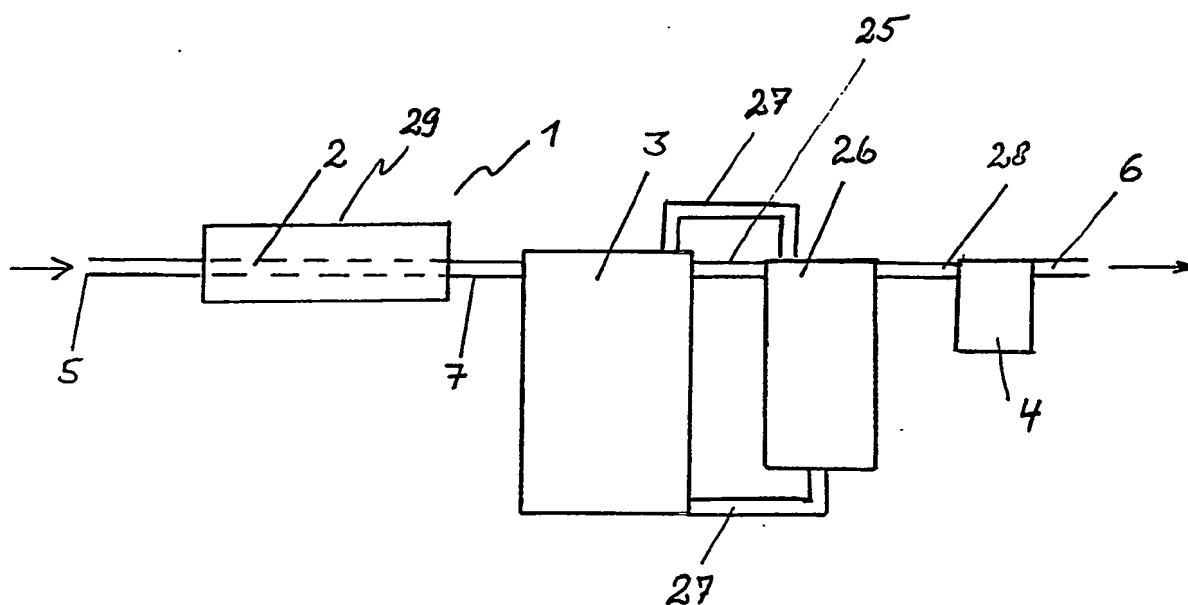


Fig. 4

